

INTEGRACIÓN DE MICRORREDES DE GENERACIÓN COMBINADA DE CALOR, FRÍO Y ELECTRICIDAD EN EDIFICIOS PÚBLICOS DE CONSUMO CERO BAJO CRITERIOS DE ALTA CALIDAD Y CONTINUIDAD DE SUMINISTRO

Javier Tobajas Blanco
Javier.tobajas@cnh2.es

Applications Unit
Puertollano, 30 Jun 2022



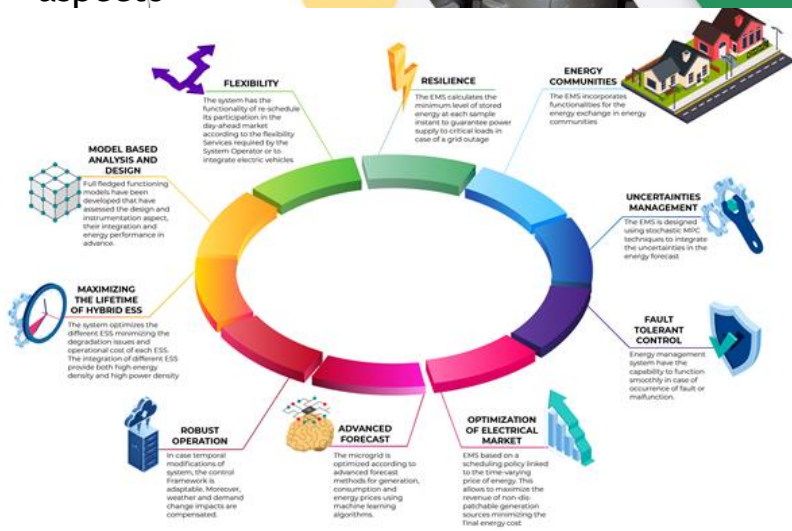
- Introducción
- Objetivos
- La microrred como solución
- Power Management System
- Thermal Management System
- Microgrid Energy Management System
- Plantas piloto



Introducción

En los últimos años se han desarrollado numerosos proyectos para reducir el consumo energético en los edificios, tanto desde el punto de vista de la eficiencia energética como de la integración con las energías renovables.

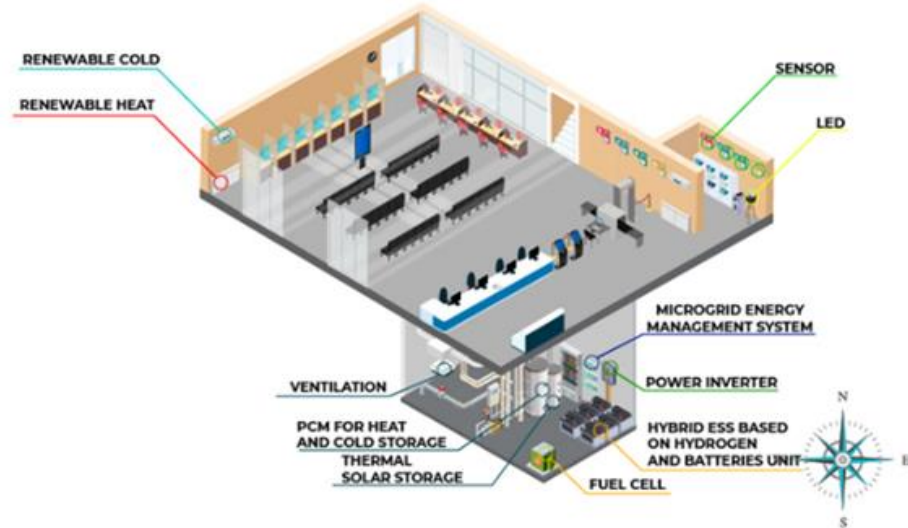
Sin embargo, el problema específico de la integración de este tipo de sistemas energéticos en las instalaciones, es que la fiabilidad del suministro eléctrico ha de ser considerada como un aspecto fundamental.



Introducción

Existen diferentes tipos de edificios donde un corte de energía puede significar unas pérdidas no solo económicas, sino también en temas de salud y de seguridad.

- Por razones sanitarias en hospitales
- Centros tecnológicos por consideraciones científicas.
- Condiciones de defensa en instalaciones militares.
- Seguridad y vigilancia en aeropuertos y estaciones.



Introducción

BENEFICIARIO PRINCIPAL: Centro Nacional de Experimentación de Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible

OTROS BENEFICIARIOS:

2. Universidad de Castilla La Mancha
3. Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et Aérotechnique (ENSMA) Laboratoire d'Informatique et d'Automatique pour les Systèmes (LIAS)
4. Instituto Superior Tecnico
5. Laboratório Nacional de Energia e Geologia, IP
6. Junta de Andalucía Consejería de Empleo, Empresa y Comercio Dirección General de Industria, Energía y Minas
7. Universidad de Córdoba
8. Agencia Andaluza de la Energía
9. Université de Perpignan Via Domitia PROMES : Procédés Matériaux et Energie Solaire UPR CNRS 8521 (INSIS)

Beneficiarios Asociados

Nombre del beneficiario asociado		
Nº	Nombre de la entidad	País
1	Green Power Technologies, S.L	España
2	NEC RENOVABLES SL	España
3	Área de Gestión Sanitaria Este de Málaga	España
4	Irradia Ingeniería Solar	España
5	Agence Régionale Énergie Climat Occitanie	France
6	Agência Regional de Energia e Ambiente do Algarve	Portugal
7	Associação Plataforma Construção Sustentável	Portugal
8	Intermunicipal Community of Algarve	Portugal



Introducción

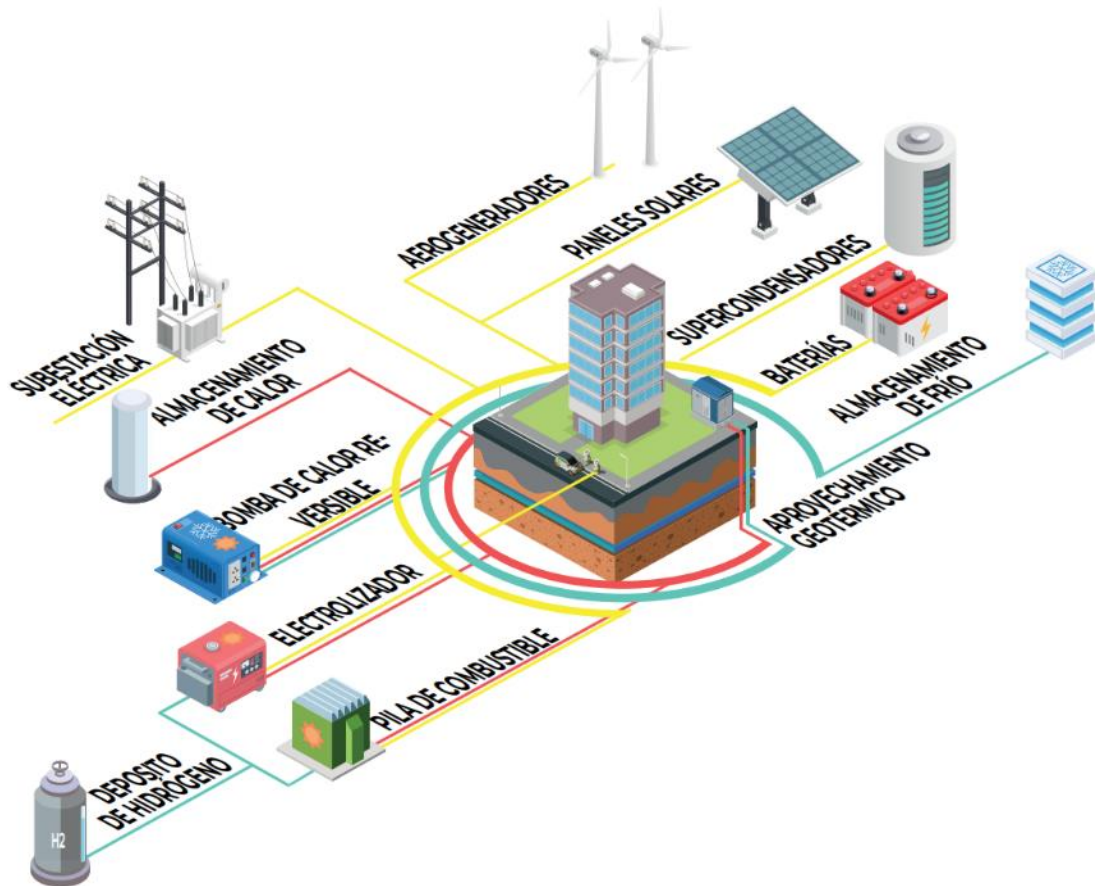
Fotografía del consorcio durante
La Kick of meeting en Córdoba



Objetivos

El objetivo principal del proyecto IMPROVEMENT

La **reconversión de edificios públicos en edificios de energía cero** mediante la integración de **microrredes de energía renovable con generación combinada de calor, frío y electricidad** con inversores con control activo del neutro que utilizan **sistemas híbridos de almacenamiento de energía (Hidrógeno, baterías, supercondensadores)** que garantizarán la calidad energética y la continuidad de servicio a equipos sensibles a perturbaciones de calidad de suministro (equipamiento de alta tecnología) mientras que aumenta la eficiencia energética en este tipo de edificios.



Objetivos

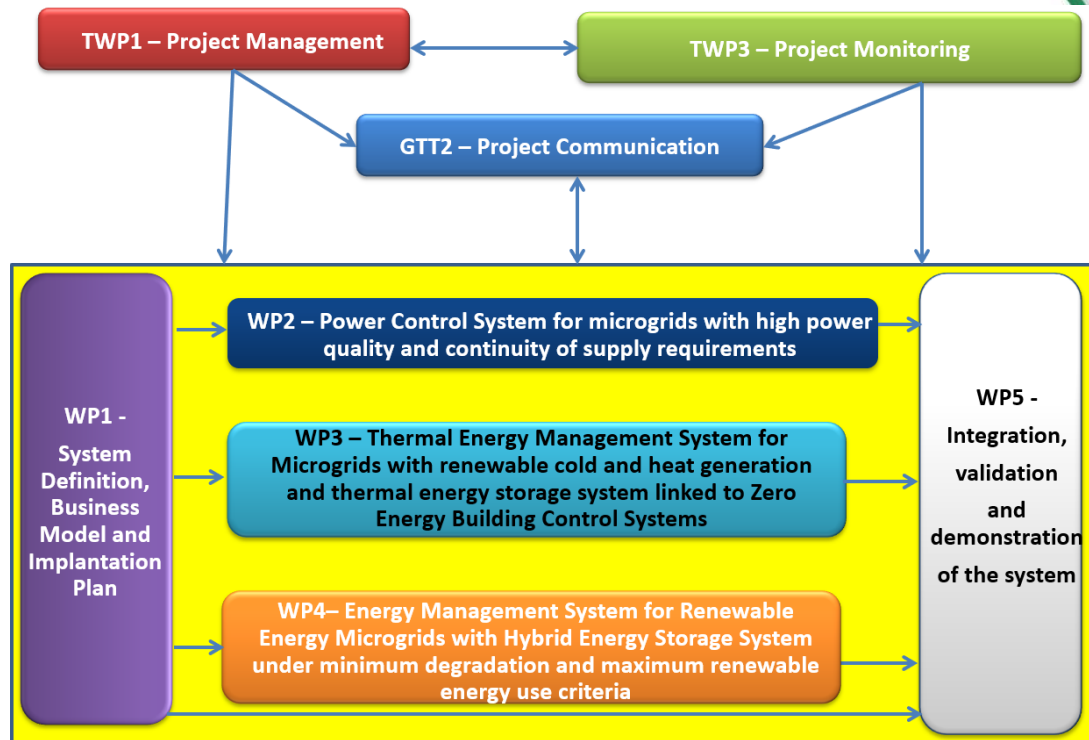
Objetivos Específicos

- Desarrollo de un sistema para **mejorar la eficiencia energética en edificios públicos** a través de un sistema de generación de calefacción y refrigeración solar y la incorporación de **técnicas activas / pasivas** para edificios con consumo de energía cero.
- Desarrollo de un sistema de **control de potencia resistente a fallos** para microrredes bajo criterios de diseño de alta calidad y continuidad de suministro
- Desarrollo de un **sistema de gestión de energía** para **microrredes** de generación renovable con **sistema híbrido de almacenamiento de energía** bajo criterios de degradación mínima, máxima eficiencia y prioridad en el uso de energías renovables.



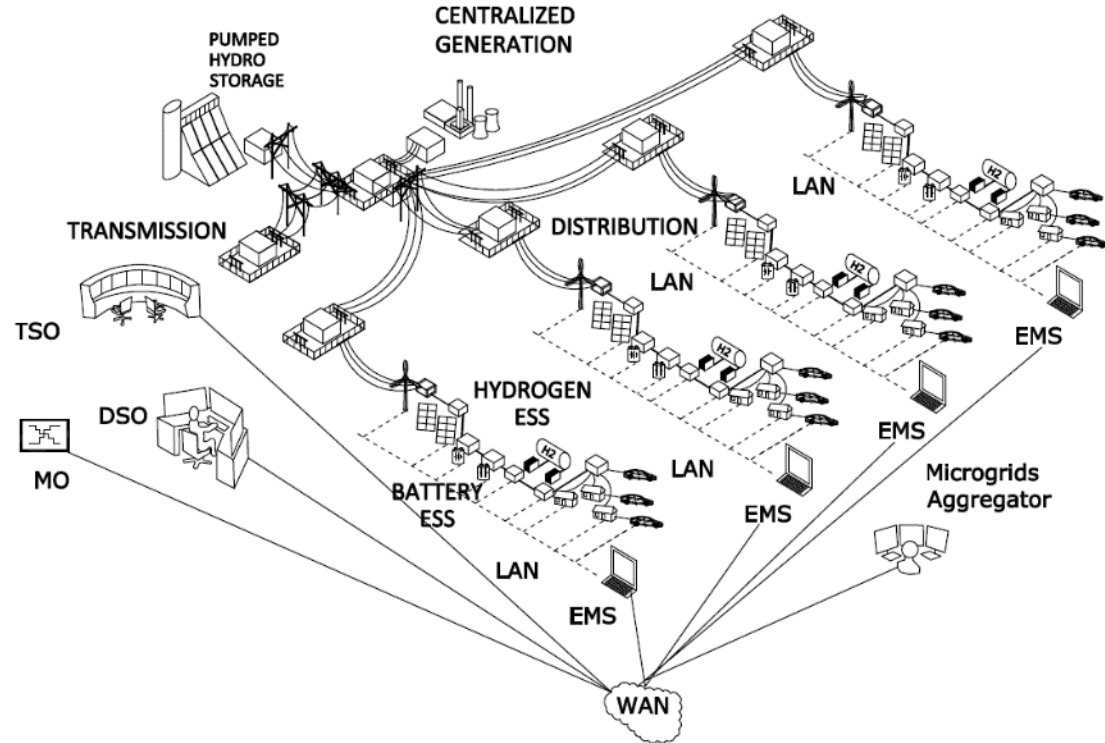
Objetivos

Estructura de paquetes de trabajo



La microrred como solución

- Resiliencia ante fallos en la red
- Flexibilidad
- Optimización económica del precio de la energía
- Solución a los problemas de congestión
- Calidad de suministro



La microrred como solución

Making Microgrids work

It is well known that microgrids can provide a solution for:

- Unexpected power loss
- Balancing spikes in energy demand
- Optimizing energy usage and reliability
- Reducing operating costs and carbon emissions

However, without a "one size fits all solution," how do you properly design and size a microgrid?

A "feasibility study" will answer whether or not a microgrid makes sense, and what configurations and components are needed to meet your specific needs.



The virtual microgrid advantage

How can you be sure the microgrid will perform as intended before you cut the ribbon on the project?

- The last compelling aspect of a feasibility study is the ability to see how the system functions before ground is broken on the project.
- This virtual microgrid provides insights on the feasibility, design and application in a simulated environment.

Benefits of microgrid simulation

- More precise planning and management of the microgrid system
- Understand the system as if the assets and devices were already connected
- Develop the system's load profile and utility rate structures
- Enable pre-engineering and system configuration and optimization to save time
- Complete projects more quickly and successfully, with confidence they are optimized out of the gate

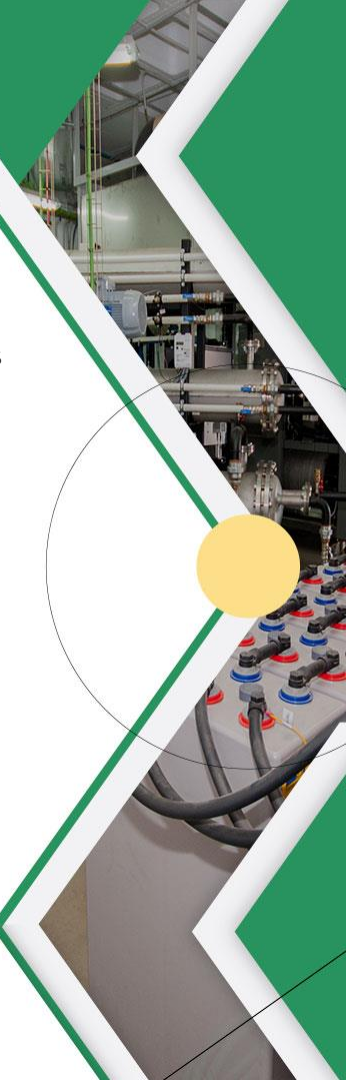
1. Resilience: The EMS calculates the minimum level of stored energy to guarantee power supply to critical loads in case of a grid outage.

2. Flexibility. The system has the functionality of re-schedule Its participation in the day-ahead market according to the flexibility Services required by the System Operator.

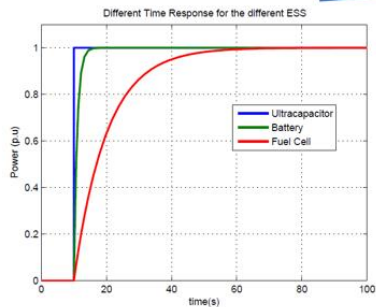
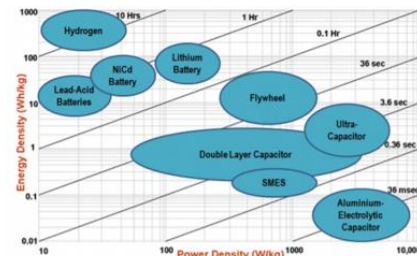
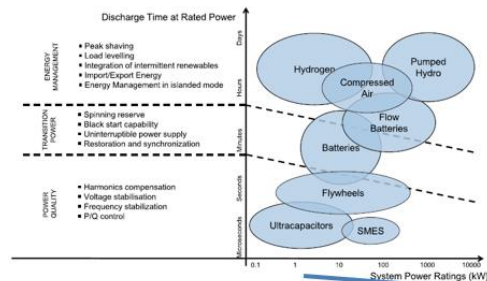
3. Maximizing the lifetime of Hybrid ESS: The system optimizes the different ESS minimizing the degradation issues and operational cost of each ESS.

4. Energy Communities: The EMS incorporates functionalities for the energy exchange in energy communities.

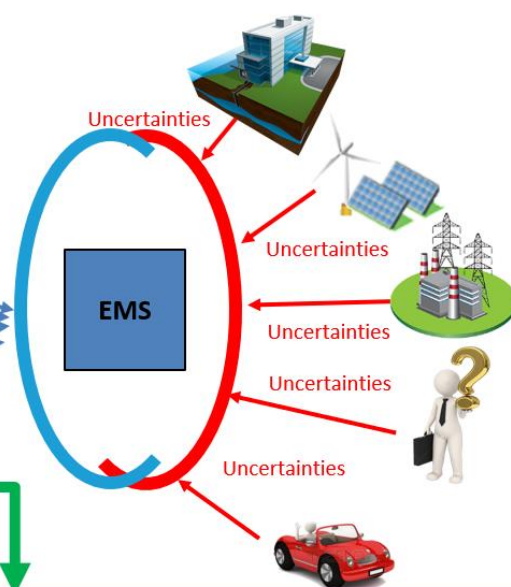
5. Uncertainties Management: The EMS is designed using stochastic MPC techniques to integrate the uncertainties in the energy forecast.



La microrred como solución



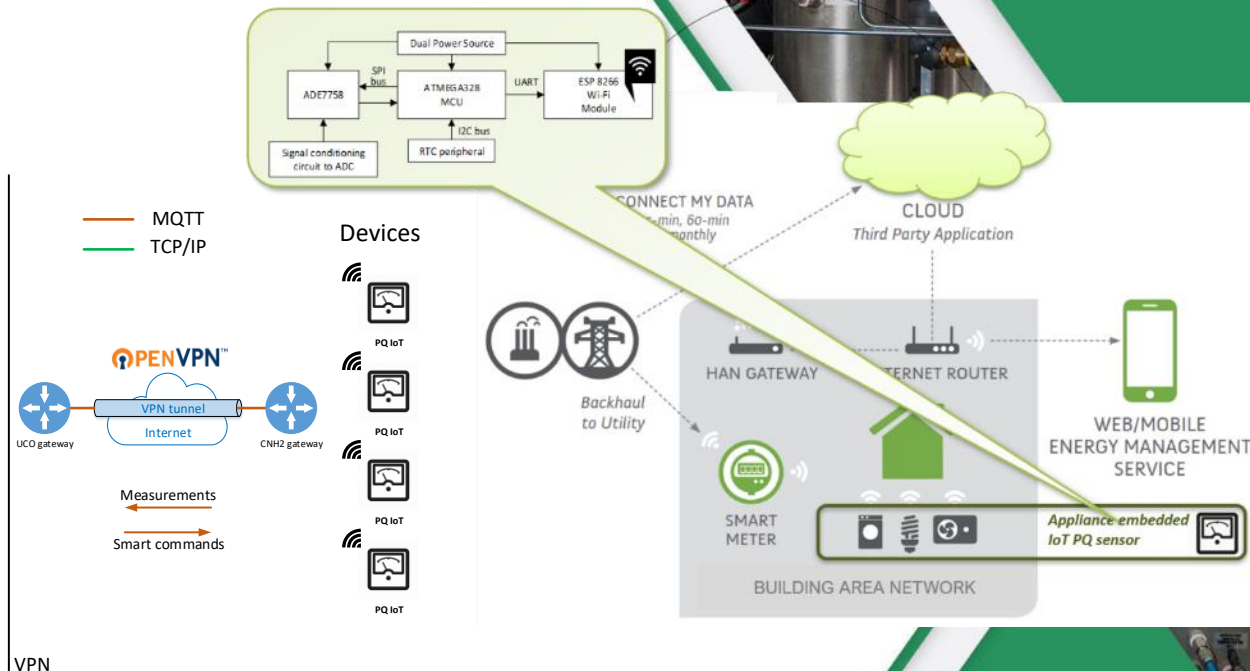
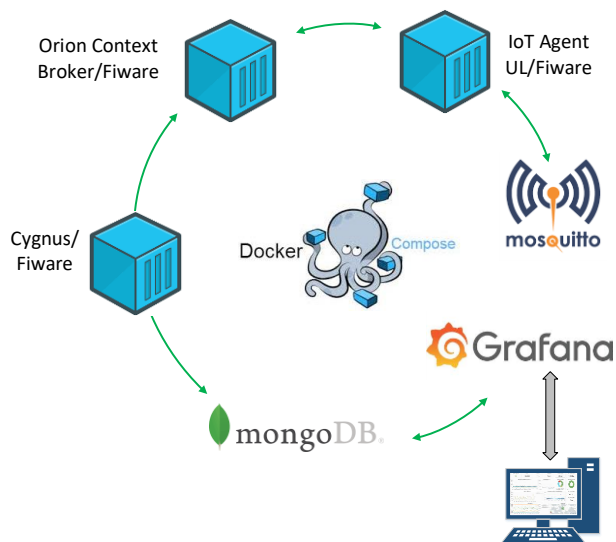
Energy Storage System	Degradation Issues
Ultracapacitors	Overcharge, Undercharge
Batteries	Overcharge, Undercharge
Lifetime: Cycles	High stress current ratio
Electrolyzer	Fluctuations of current
Lifetime: Hours	Start/Stop Cycles
Fuel Cell	Fluctuations of current
Lifetime: Hours	Start/Stop Cycles



The use of storage systems is not free to meet service life costs. If the degradation criteria are not met, this useful life may be lower and detract from economic competitiveness. Battery-hydrogen degradation has complementary behavior

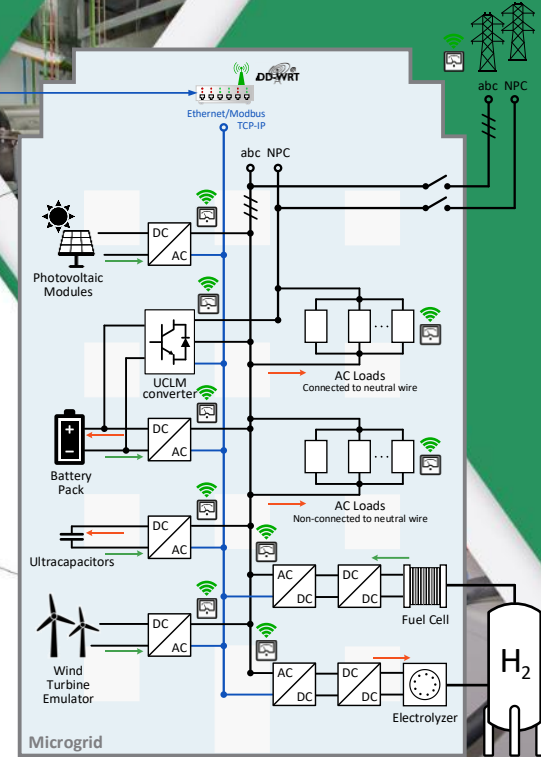
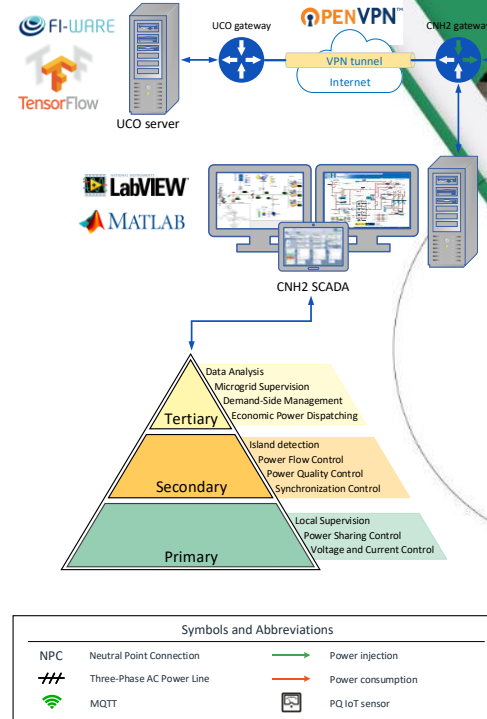
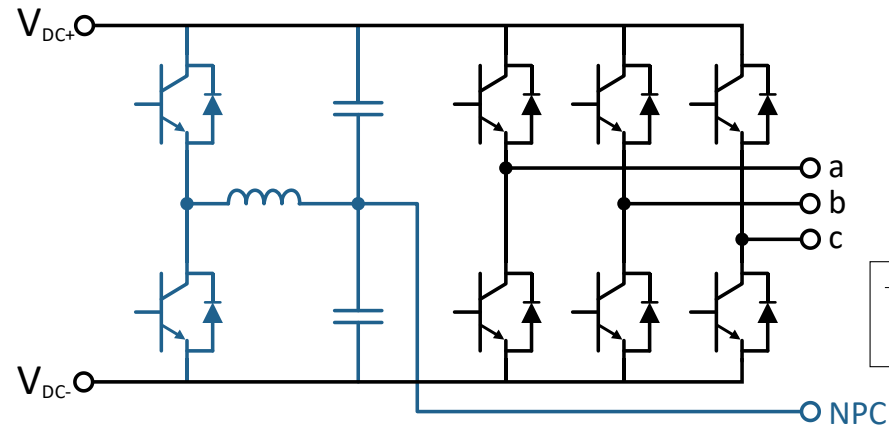
Power Management System

La inclusión de **sensores IoT** en la infraestructura para medición avanzada de la calidad eléctrica



Power Management System

El desarrollo de un **inversor de cuatro hilos con control activo del neutro** para mejorar la calidad de suministro del sistema completo



Energy Management System

Objectives

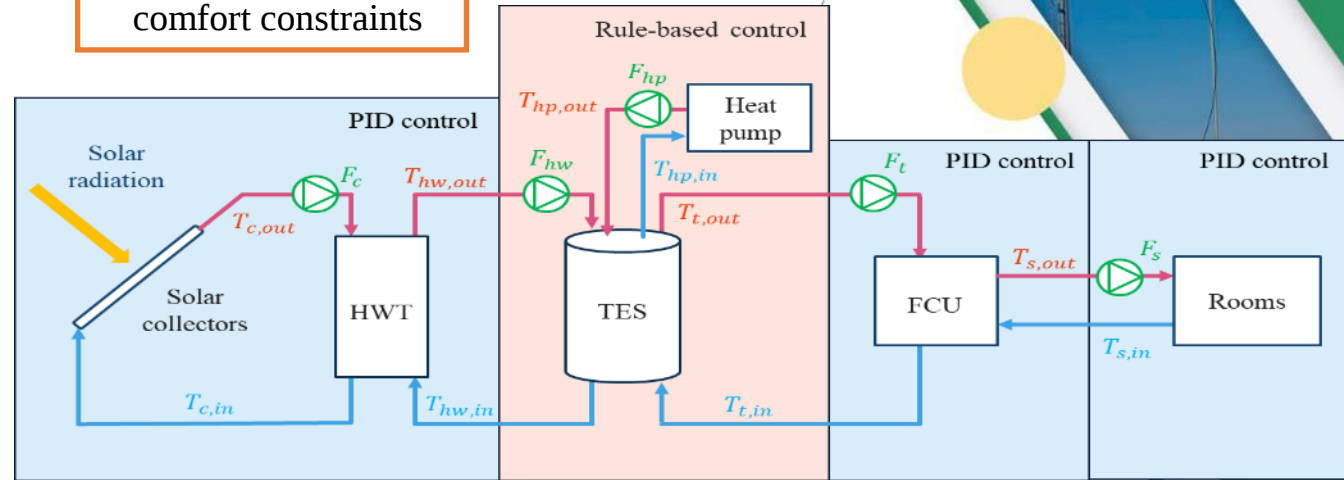
- manage thermal energy
- satisfy thermal comfort constraints

Portuguese pilot

- solar collectors
- hot water tank (HWT)
- thermal energy storage (TES)
- heat pump
- fan coil units (FCU)
- 4 rooms

Control strategies

- reference strategy: PID+rule-based control
- advanced strategy: model predictive control (MPC)+PID

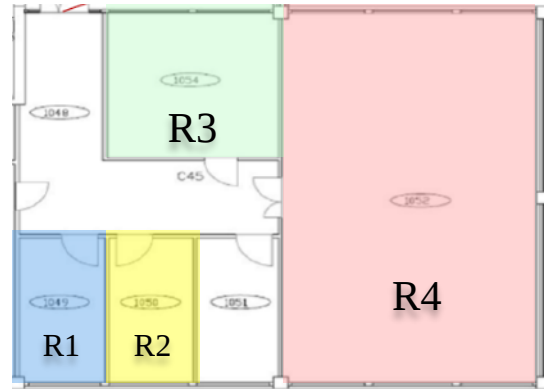


Reference strategy: PID+rule-based control

Energy Management System

FCU control: PID → MPC+PID

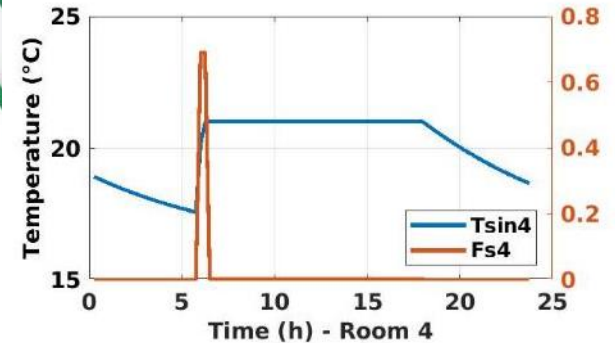
- PID: enciende la FCU de 6AM a 6PM (todas las habitaciones)
- MPC: enciende la FCU de 7:30 a 14:00 (sala 4)
- FCU se usa menos y el consumo de energía se reduce con MPC+PID (todas las habitaciones)
- Las restricciones de comodidad se satisfacen con ambos métodos de control.



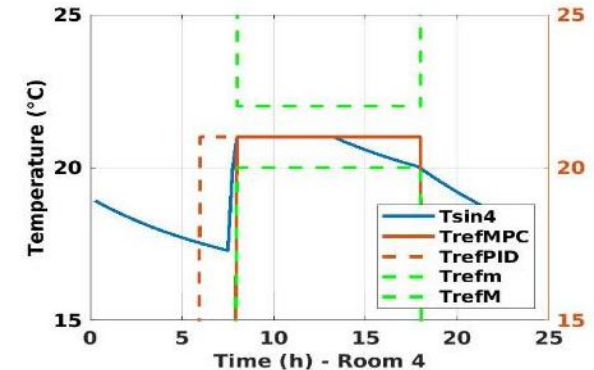
Rooms in the building

T_{sin4} : temperature of the room 4 (°C)

F_{s4} : volumetric flowrate of the air leaving the FCU (m^3/s)



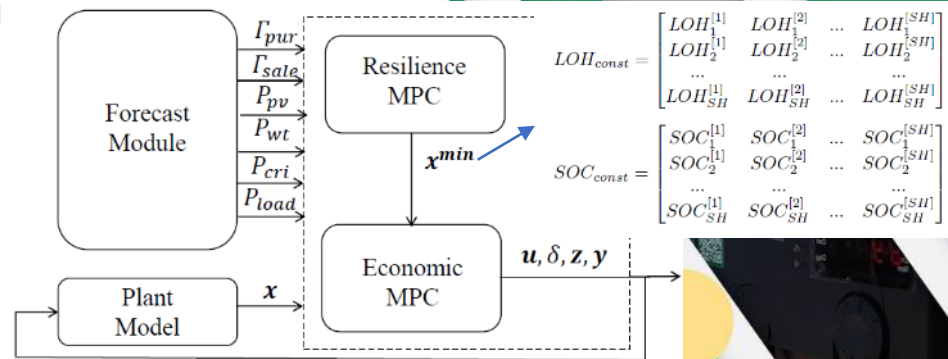
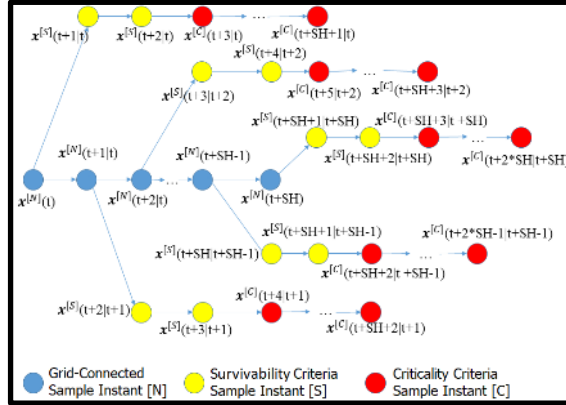
Air temperature regulation in room 4 (PID)



Air temperature regulation in room 4 (MPC+PID)

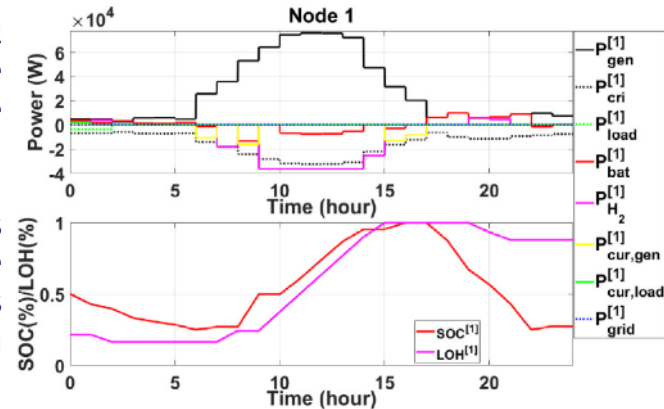
Energy Management System

Una de las técnicas utilizadas en el segundo algoritmo desarrollado es el **Resilience-Oriented Schedule of Microgrids**



Two levels of resilience are established:

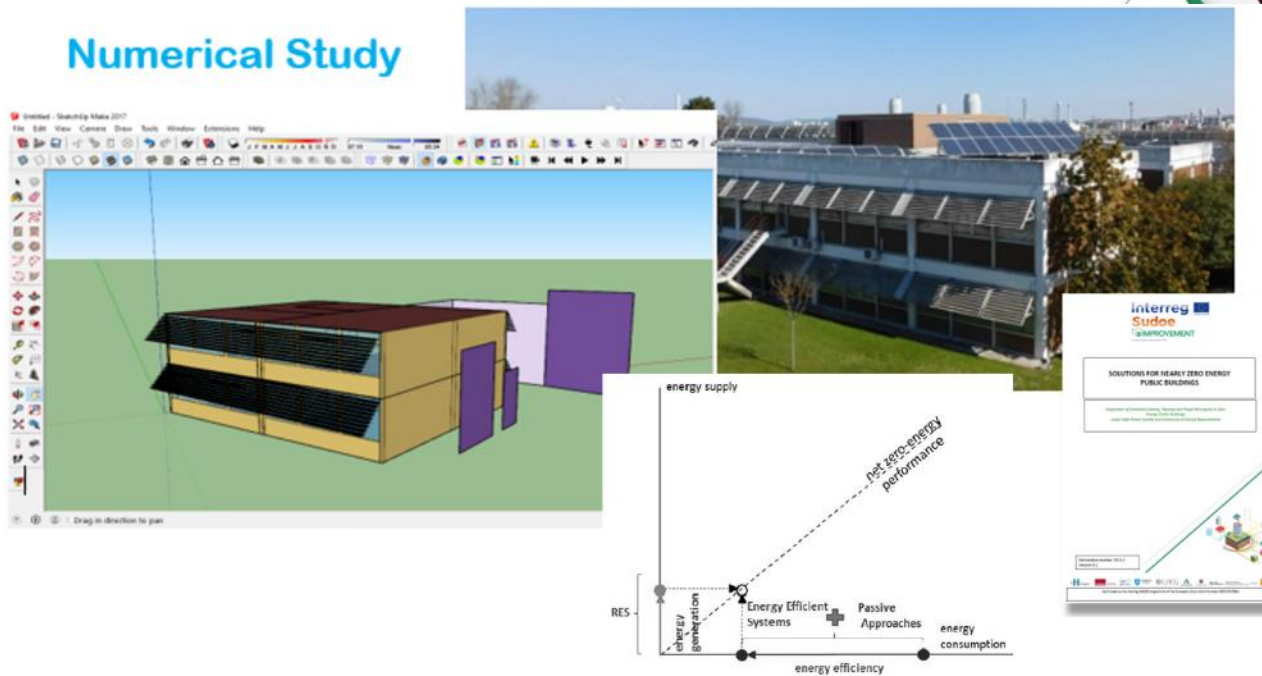
- Survivability:** Supply of the greatest number of loads during a certain time 2 hours from the event of loss of the main grid.
- Criticality:** Supply of critical loads during a horizon of 24 hours from the event loss of main network. This is done considering the loss of the main network at each optimization instant.



Planta Piloto de LNEG

El principal objetivo es alcanzar y poder ofrecer una situación de **confort térmico** en sus instalaciones.

Numerical Study

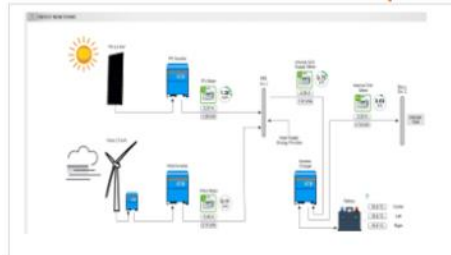


LNEG - Piloto: Thermal EMS

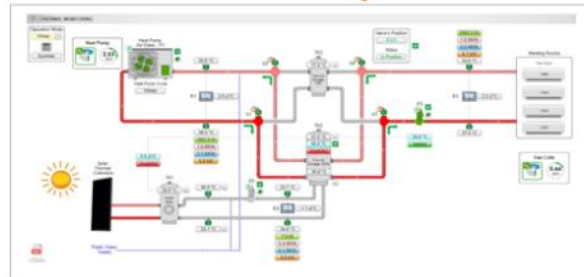
Pilot Plant



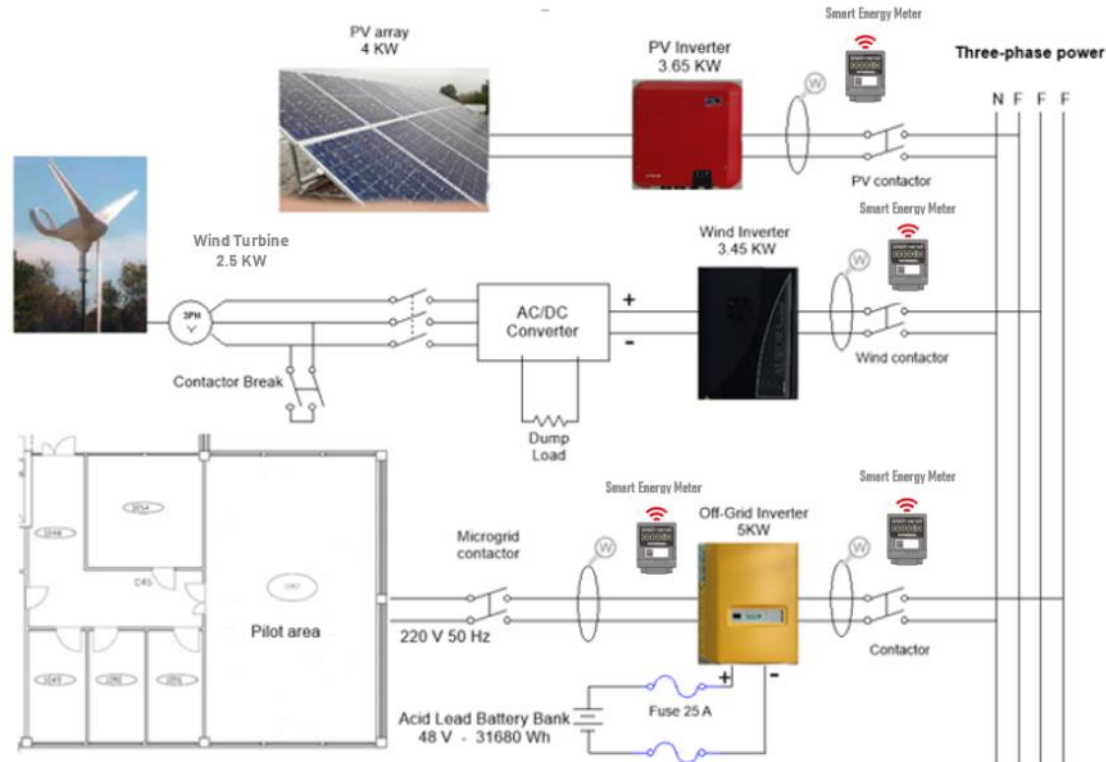
Electrical Production System



Thermal EMS System plant

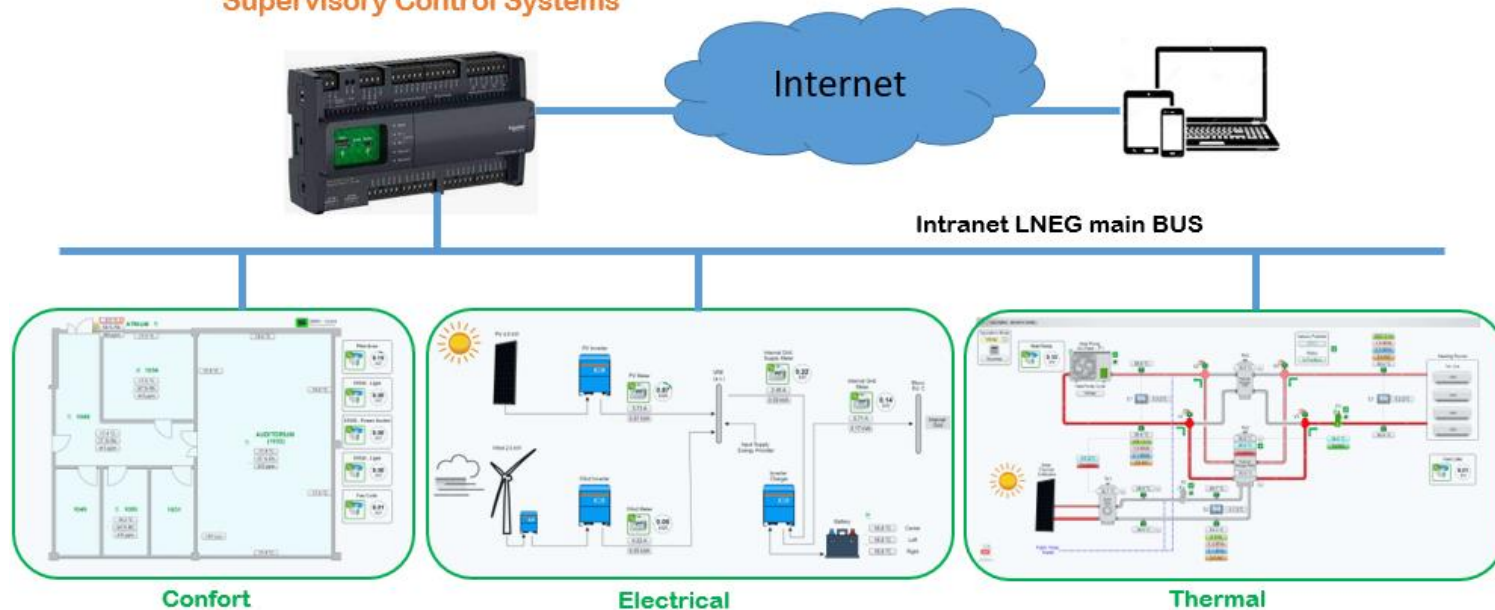


LNEG - Piloto: Electrical EMS



LNEG - Piloto: Control System

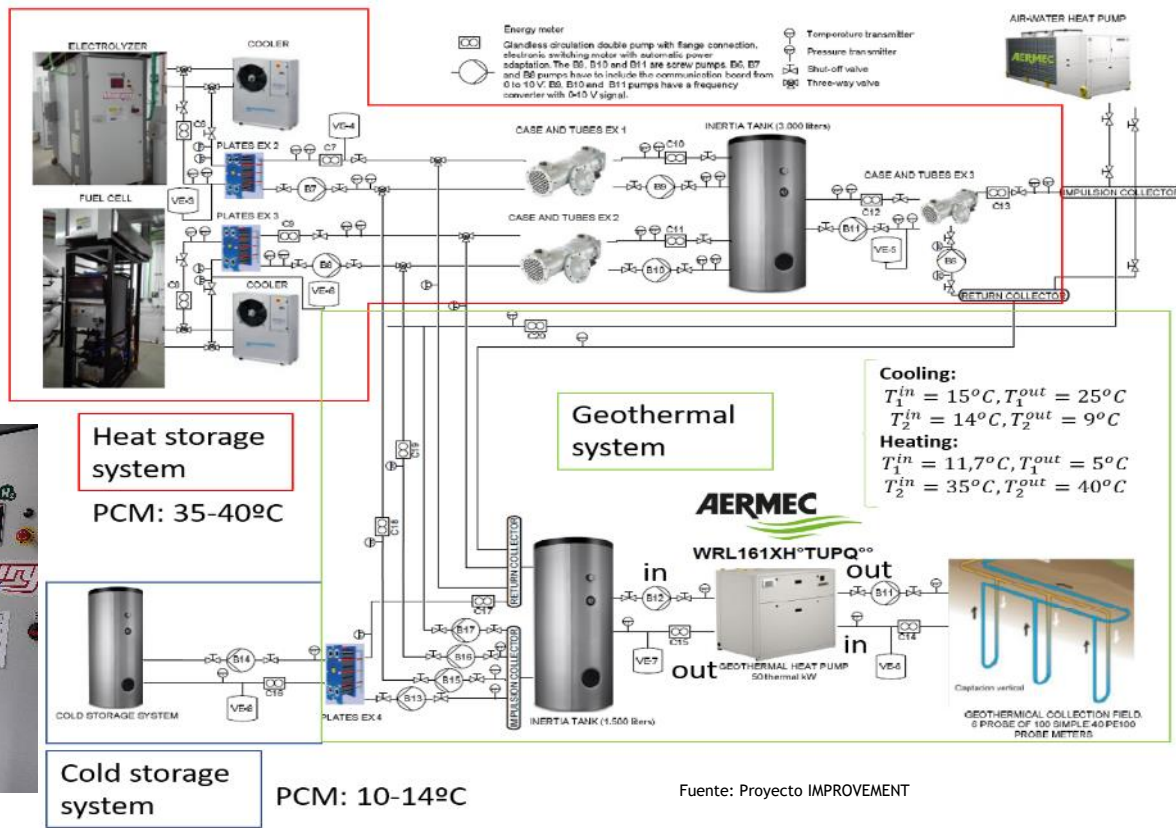
Supervisory Control Systems



Planta Piloto del CNH2



CNH2 - Piloto: Thermal EMS



CNH2 - Piloto: Thermal EMS

Parte exterior de la instalación geotérmica



CNH2 - Piloto: Thermal EMS

Parte interior de la instalación geotérmica



CNH2 - Piloto: Thermal EMS

Sistema de almacenamiento de energía en forma de frío



CNH2 - Piloto: Thermal EMS

Sistema de almacenamiento de energía en forma de calor

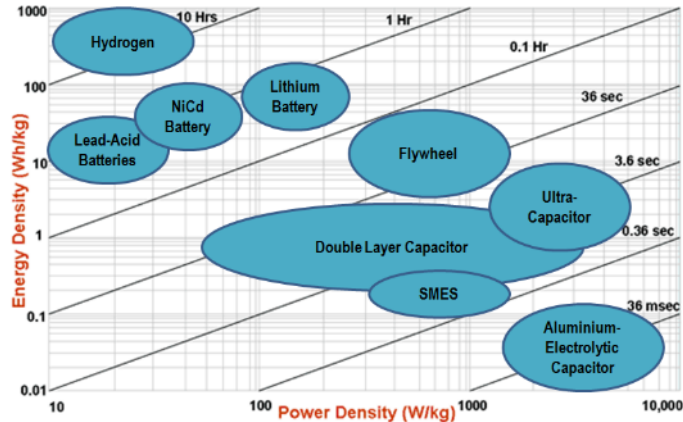
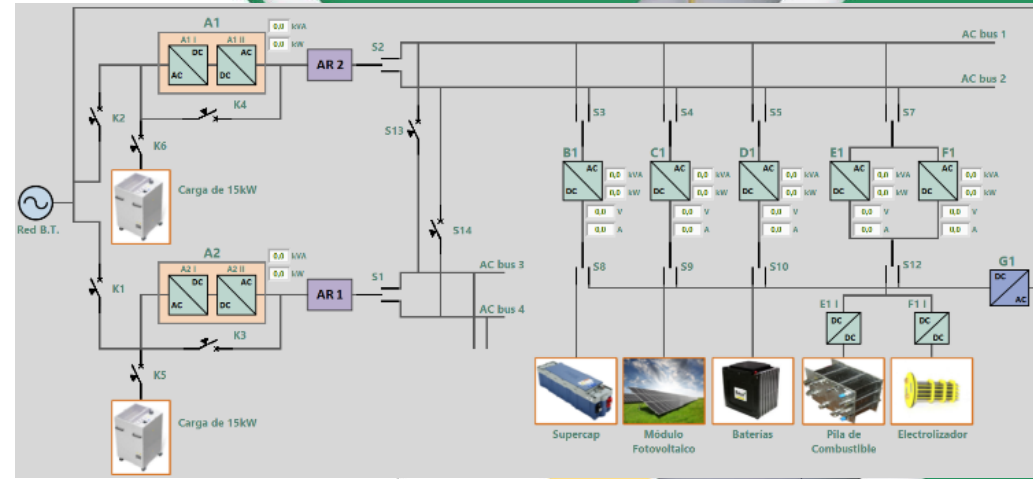
Donde tenemos un circuito de agua para **recuperar el calor de la Pila de Combustible y el Electrolizador** y utilizarlo para almacenar calor para reducir el consumo eléctrico del edificio



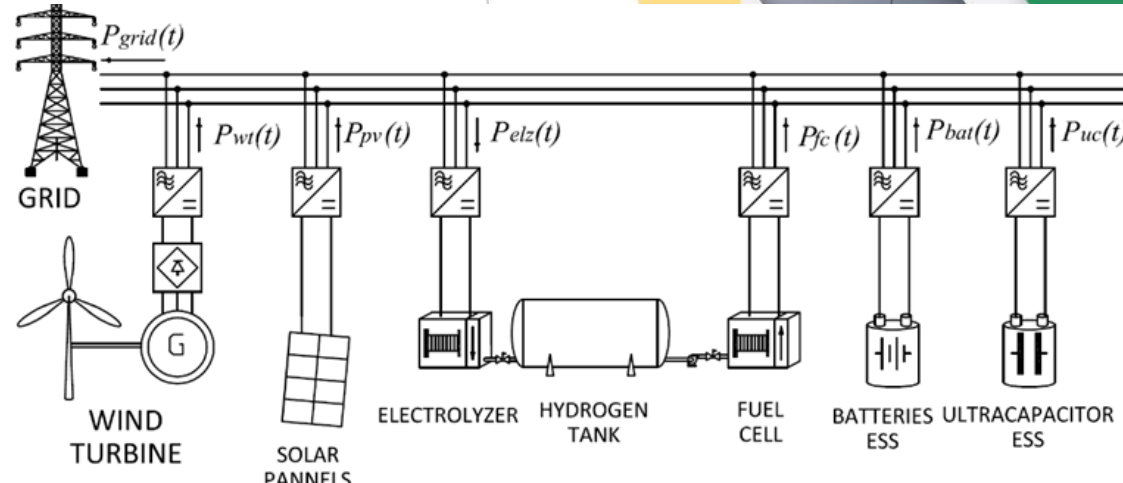
CNH2 - Piloto: Electrical EMS

Sistema de almacenamiento híbrido:

- Baterías
- Supercondensadores
- Almacenamiento en Hidrógeno

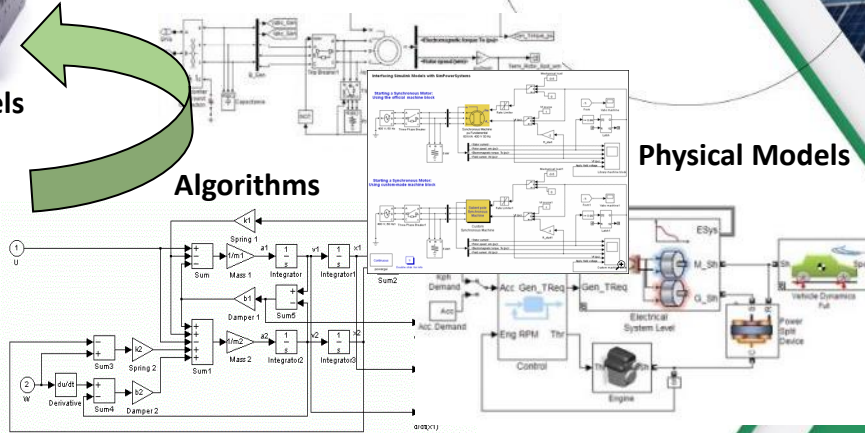
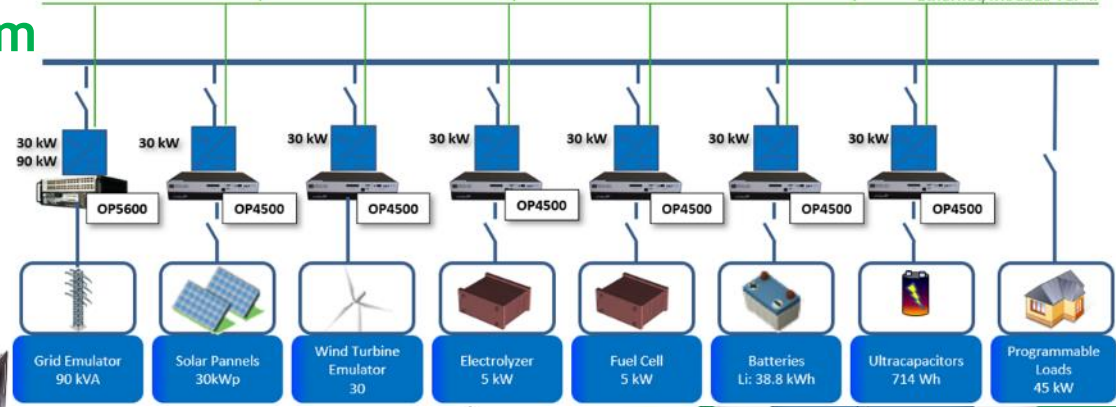
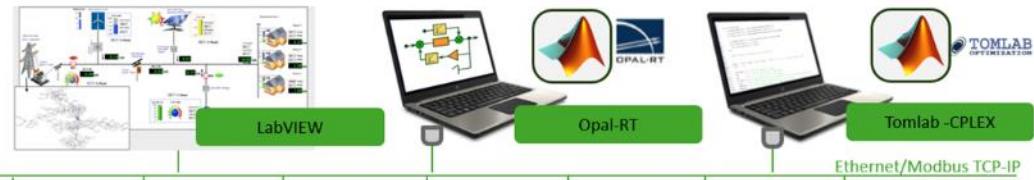
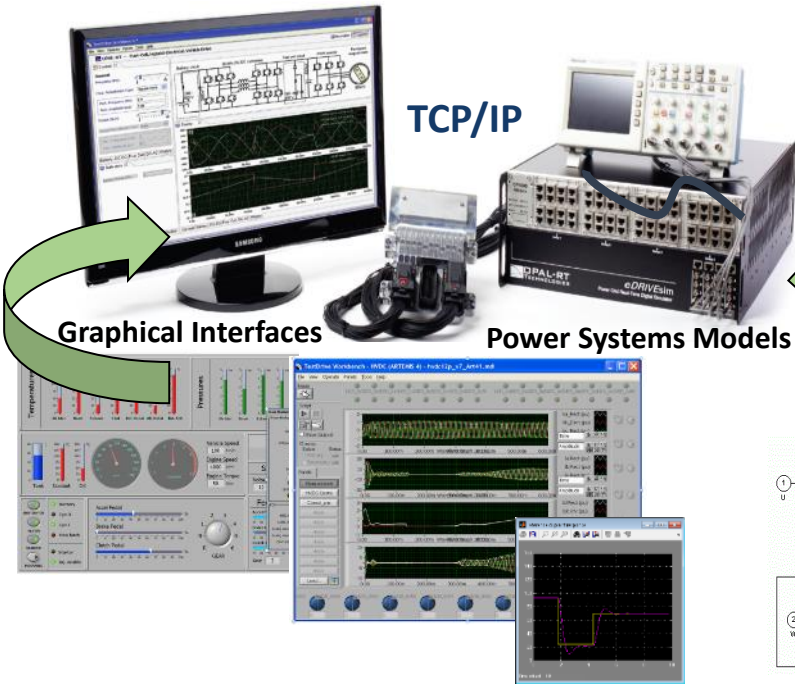


Source US Defence Logistics Agency



CNH2 - Piloto: Control System

El sistema de control se realiza mediante un sistema de supervisión SCADA desarrollado en Labview.



¡Muchas gracias!

www.improvement-sudoe.eu

Javier Tobajas Blanco
Javier.tobajas@cnh2.es

Applications Unit
Puertollano, 30 Jun 2022

